

Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel du Grand Est

Avis n° 2024-172		
Commission plénière du 10/10/2024 Présidence : David BECU	Objet : avis sur la fiabilité des conclusions au regard des données disponibles et des méthodes statistiques utilisées dans le cadre de l'étude statistique de l'évolution des peuplements de saumon Atlantique dans le bassin du Rhin pour le compte de la Commission internationale pour la Protection du Rhin	Vote en conseil plénier : Avis défavorable

Contexte

Différents États, Länder fédéraux (DE) et cantons (CH) s'emploient depuis la fin des années 1980 à réimplanter le saumon atlantique dans l'hydrosystème du Rhin. Après des succès initiaux illustrés par une augmentation du nombre d'adultes de retour et des taux de reproduction en hausse, les effectifs aujourd'hui stagnent ou sont même en régression. Cette régression semble également toucher d'autres espèces migratoires anadromes comme la grande alose, la lamproie marine et la lamproie fluviatile. La Commission internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) s'interroge ainsi sur les pressions y compris les pressions émergentes qui amplifient ce phénomène dans l'espace de vie que constitue l'hydrosystème rhénan, d'autant plus qu'il s'agirait d'une tendance globale qui s'étend à d'autres hydrosystèmes fluviaux dans le monde. Un des objectifs essentiels de l'étude est de corrélérer l'état des peuplements (et sa régression) à des facteurs de stress (pressions) afin d'identifier les problématiques actuelles et enjeux. Des recommandations de mesures réalistes et applicables doivent découler des résultats. La commande de la CIPR a été prise en charge par trois bureaux d'étude suisse et allemands. Ils affichent notamment un savoir-faire sur la réintroduction du saumon dans l'hydrosystème Rhin. Leur mission a été d'identifier, d'évaluer et de hiérarchiser sous forme quantitative les facteurs de stress susmentionnés. Ils avaient en leur possession des données mixtes dont des données qualitatives, comme celles des types de blessures relevées sur les adultes de retour trouvés morts ou observés dans les stations de contrôle ou lors de pêches électriques. La plausibilité des évaluations est également estimée par comparaison avec des évolutions dans d'autres hydrosystèmes fluviaux européens accueillant des peuplements de saumons (y compris « mortalité marine ») ainsi que sur la base d'une recherche bibliographique sur les impacts et l'intensité des facteurs de stress supposés. L'étude se focalise sur la série chronologique des saumons adultes identifiés de l'an 2000 à 2022, étant donné que les premières stations de contrôle (Sieg/Buisdorf et Oberrhein/Iffezheim) équipées de dispositifs modernes d'aide à la montaison sont entrées en service en l'an 2000 et que les recensements de données quantitatives ont démarré à cette date. Elle intègre par ailleurs les efforts de repeuplement (la production de smolts atteinte par alevinage) réalisés dans l'hydrosystème du Rhin.

Questions au CSRPN

La DREAL Grand Est souhaite un avis du CSRPN sur le rapport de résultats. Plus précisément, la DREAL demande l'avis du CSRPN sur la fiabilité des conclusions au regard des données disponibles et des méthodes statistiques utilisées :

- Les méthodologies proposées par les auteurs de l'étude permettent-elles de considérer comme fiable la classification des facteurs de stress ?
- Le CSRPN estime-t-il possible de reconstituer une population naturelle de saumon atlantique dans le Rhin et si oui, quelles actions semblent prioritaires pour atteindre cet objectif ?

Supports de réflexion

- Rapport de résultats de l'étude, y compris annexes (version française). Schneider J., Seufert T., Vonlanthen P., Dönni W., Fricke R., *Evaluation de l'évolution des peuplements de saumons dans le bassin du Rhin*, rapport final, 31/05/2024. Etude réalisée pour le compte de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) par l'association d'entreprises « ARGE Salmo » - Büro für fisch – und gewässerökologische Studien (BFS), Aquabios, Fischwerk, sous la conduite de M. Jörg Schneider (BFS).

Données utilisées

1) sur le Saumon atlantique

- des **données qualitatives**,
- des **données quantitatives**¹
 - a. de production de smolts atteinte par alevinage (dans l'hydrosystème du Rhin (traduisant un indicateur de l'effort de repeuplement).
 - b. également, des évaluations d'effectifs (prédictions) de retour de Saumon adulte attendus (seuls les stocks liés aux alevinages et arbitrairement estimé à 1% ont été exploités, la reproduction naturelle n'a pas été prise en compte par défaut de données) puis comparés à « *la série chronologique des saumons adultes identifiés de l'an 2000 à 2022, étant donné que les premières stations de contrôle (Sieg/Buisdorf et Oberrhein/Iffezheim) équipées de dispositifs modernes d'aide à la montaison sont entrées en service en l'an 2000 et que les recensements de données quantitatives ont démarré à cette date* ».
 - c. de suivi de CMR (transpondeurs) sur smolts (retrouvés sur des colonies d'oiseaux prédateurs tels les cormorans).
- des **données bibliographiques et à dire d'expert** permettant la mise en comparaison avec l'état de l'art sur le sujet (bibliographie diversifiée et conséquente, plus de 150 références nationales, européennes) et/ou d'autres hydrosystèmes fluviaux.

2) sur les facteurs potentiels de stress

- **des données biotiques (quantitatives et qualitatives)** : dans les rivières de grossissement et à la dévalaison et sur la côte => les prédateurs sur les **smolts** (cormorans et harles bièvres ; phoque commun et gris) lors de la montaison (migration retour) sur le fleuve, les prédatons sur les saumons adultes par les silures (prédation accentuée par la grande taille des individus, leur tactique de chasse adaptée sur les passes à poisson, les phoques commun et gris sur la côte.
- **des données abiotiques (faible débit / température, turbidité)**
- **des facteurs anthropiques (trafic fluvial et hydroélectricité)** : les bateaux (nombreux) sont mis en exergue pour cause de traumas occasionnés aux saumons adultes dans les eaux de

¹ Des données à dire d'experts (estimation de la reproduction naturelle) à partir de recensements quantitatifs, semi-quantitatifs et qualitatifs <= « *densités de saumons sauvages indiquées (chapitre 3.2) sont dépendantes du nombre de cours d'eau estimés, de leur accessibilité, de l'étendue des échantillonnages et de l'estimation des experts sur les densités locales* »

- Des évaluations des effectifs de retour de Saumon adulte (seuls les stocks liés aux alevinages et arbitrairement estimé à 1% ont été exploités, la reproduction naturelle n'a pas été prise en compte par défaut de données)

- faibles profondeurs
- A ces facteurs s'ajoutent la **surmortalité marine par l'exploitation de pêche**
- S'ajoutent les effets des **changements climatiques** dont une augmentation des températures.

Analyse

Sur la forme

Le rapport est relativement dense et conséquent (114 pages, références incluses); il comporte un résumé, un plan détaillé en 12 parties assez disparates : 1) Mission 2) Méthodes 3) Situation de départ 4) Hypothèse 5) Détermination et impact de facteurs de stress 6) Attribution de blessures infligées aux adultes de retour 7) Pêche intérieure et côtière 8) Formes hybrides *Salmo salar* x *Salmo trutta*, saumons d'élevage, génétique 9) Mortalité marine 10) Corrélations statistiques et statistiques multivariées 11) Impact spatial et classification des facteurs de stress 12) Propositions de mesures.

Bien que le rapport traite d'un enjeu important, il est malheureusement de lecture difficile. Il eut été appréciable d'avoir un plan plus concis en trois ou quatre parties (à l'image d'un article scientifique), rappelant le contexte et la problématique, puis posant les éléments disponibles en termes de données, d'hypothèses et de méthodologie. Enfin, une partie résultats et discussion revenant sur les limites de l'approche et de l'expertise effectuée, des données et variables (nature, indice de confiance) ainsi que séparant bien les différents facteurs explicatifs étudiés aurait été utile.

On peut regretter également, en début de ce rapport, l'absence d'une carte (de cartes) situant la problématique et intégrant l'emprise de l'étude – Haut-Rhin, ses affluents (Waal, Sieg, etc.) l'estuaire et le milieu marin ainsi que d'autres fleuves importants (Meuse, Elbe, Loire) – et certains aménagements majeurs sur le Rhin (centrales hydroélectriques). Il apparaît çà et là des bouts de cartes ou figures, parfois floues (fig 45, fig 46, cc sans légende / p51, fig 74) avec un schéma d'ailleurs fort intéressant mais peu alimenté par des repères spatiaux, temporels ou quantitatifs (fig. 75). Ce manque de repères mais également des chiffres clefs en lien avec les références mentionnées ou encore de calendrier mettant en avant les efforts de réintroduction (fréquence, intensité) sont importants pour les analyses qui suivent. De même, une seule et même partie aurait pu combiner une forme de discussion/conclusion abordant les différentes propositions de mesures.

On peut ajouter une traduction parfois approximative de l'anglais/allemand (langue du rapport à son origine), ce qui entraîne des soucis sémantiques sur quelques termes importants (facteurs de stress, pressions, biotique/abiotique, activités anthropiques). Il est à noter toutefois, de manière appréciable, quelques encadrés résumant les principales conclusions ou aidant à l'interprétation de graphiques/analyses.

Ce document comprend des annexes complémentaires. L'annexe 1 rend compte de photo-identification de blessure, l'annexe 2 d'une série d'études appuyant cette étude sur d'autres hydrosystèmes, d'informations sur les ouvrages le long du Rhin, l'annexe 3 de compléments sur les analyses multivariées, notamment la liste des variables utilisées et celles écartées, l'annexe 4 un résumé en anglais des mesures proposées, l'annexe 5 de tableaux et séries de données exploitées dans cette étude et l'annexe 6 n'apparaît pas. Les annexes auraient mérité, à minima, une traduction de leur titre, elles sont tout à la fois instructives et/ou parfois redondantes au niveau des informations qu'elles présentent.

On note à plusieurs reprises des sous-parties intégrant en plus du saumon, la truite de mer, la grande alose et la lamproie et des analyses sur toutes ces espèces : cela est certes intéressant – voire important – mais apporte beaucoup d'informations supplémentaires rendant l'exercice d'appropriation du document encore plus difficile, d'autant plus que le titre est centré sur les populations de saumons. Il eut été préférable d'avoir une sous-partie spécifique à l'espèce faisant l'objet de ce diagnostic (dans une partie « Discussion ») et une autre abordant ces autres espèces à l'écologie similaire (fonctionnalités) et/ou montrant une similitude des tendances populationnelles et des facteurs explicatifs pour renforcer la démonstration souhaitée par les experts de cette étude.

Sur le fond

Considérant les **jeux de données disponibles**, il est à noter les nombreuses réserves apportées par les auteurs du rapport à savoir dès le 1.2. « Données de base » (P11), on peut noter « *pour autant que le permettent les données* » ; 3.3.4. « *les données sont lacunaires pour Iffezheim* » p77 « *les données de monitoring n'étaient pas disponibles pour 2010 et 2011 pour la Moselle* » ou p80 « Au total, la qualité des données disponibles est un problème majeur pour l'identification des principaux facteurs de risque pour les saumons alevinés dans l'hydrosystème rhénan » p80 « insuffisances dans tous les domaines de la base de données, une évaluation statistique quantitative des données disponibles reste fondamentalement peu conclusive » => p93-103 dans la partie 12 « *Propositions de mesures* », on note une position assumée « *d'estimations d'experts subjectives en raison du manque de données* ». **Cela peut peser sur la robustesse des propositions de mesures** (partie 12) en sortie. Au regard des données, il est toutefois mentionné un usage concerté d'indicateurs standards (selon la méthode de conversion des données d'alevinage en équivalent smolts dévalant, méthode ajustée au sein de la CIPR). On peut regretter dans ce diagnostic des raccourcis (navigation dans facteurs abiotiques au même titre que le débit ou la température – à intégrer en tant qu'activité ou facteur anthropique) avec une orientation marquée du rapport et des analyses sur une cause majeure, la prédation qui affaiblit, à toutes les étapes du cycle de vie de l'espèce, les individus des effectifs concernés de chaque écophase (smolts, juvénile, adulte).

Bien que l'annexe 3 liste les données utilisées (et parfois cela reste flou), il aurait été nécessaire d'afficher plus de transparence dans le corps du rapport sur la nature des variables et leur source. Les analyses univariées sont plutôt convaincantes (une grande part des données sont trouvées en annexes). *A contrario*, les analyses multivariées reposant sur l'utilisation et la construction de données mixtes avec recherche de corrélation (très classique en écologie des communautés avec recherche de drivers (facteurs de stress explicatifs)) ont été moyennement convaincantes, et ne font que conforter les résultats des analyses univariées. En termes de visuel, elles auraient pu être améliorées bien qu'elles permettent de repérer les clusters de variables qui fonctionnent ensemble (attention à la multicolinéarité, autocorrélation). De plus, l'usage de l'ACP ne doit se faire que pour des variables quantitatives avec un nombre suffisant de lignes au regard des variables testées. Il aurait été bon de dissocier les différentes catégories de facteurs de stress. *In fine*, **le dire d'expert est en fait la réelle approche avec l'appui de quelques analyses**. Il eut été peut-être préférable de l'énoncer plus clairement voire pourquoi pas interviewer également et directement sur le sujet plusieurs autres experts des différents États en énonçant leurs arguments. Certains diagnostics sur l'évaluation de menaces à certaines espèces existent où les deux approches sont utilisées mais mieux différenciées. Ici, il y a un mixte sans qu'il soit clairement énoncé, sauf à certains endroits dans l'étude et de manière plus forte (ce que nous avons apprécié), avant l'énoncé des propositions.

Pour conclure, pourquoi ne pas évoquer un cumul des facteurs de pressions (ou de stress) rendant plus que difficile les efforts de repeuplement et d'un retour à un état satisfaisant de la population ? Les auteurs préfèrent aller sur une conclusion privilégiant certains facteurs qu'ils estiment comme prioritaires (mais n'est-ce pas une solution a priori trop « simple » en réponse à un problème plus complexe) car il semblerait, selon eux, plus facile de pouvoir réduire la pression de prédation (cela reste à prouver...). On peut grandement s'interroger sur cette perspective, à l'exception du Silure (et le sujet des grands individus, devenus spécialisés notamment sur les ouvrages hydroélectriques) qu'il doit être possible de mieux réguler.

La mise en comparaison avec d'autres hydrosystèmes fluviaux est intéressante et a certainement demandé un travail important de recherches bibliographiques (d'accès aux données aussi). Cela permet d'apporter du grain aux observations faites dans le Rhin. Il a été apprécié notamment l'utilisation d'une méthodologie reconnue en Norvège et d'indicateurs utilisés sur d'autres fleuves facilitant la comparaison et interprétation.

L'hypothèse de départ et les attentes reposent sur les saumons de retour (à partir de 2005) et sur les

équivalents smolts alevinés. Une corrélation positive semble exister entre 2005 et 2015, on note une courbe inverse à partir de 2016. Il aurait été pertinent d'attester ce point de bascule au sein des chroniques par des tests de changement de moyenne ou de rupture dans les pentes observées dans les chroniques. Quels sont les facteurs à l'origine de cette chute ? Débit et température (basse eau, eaux plus chaudes) / Impact sur taux de survie des smolts / Prédation tout le long du cycle de vie de l'espèce entre alevinage, dévalaison, grossissement dans rivières, corridors de migration, phase marine, montaison des saumoneaux (cormorans, harles bièvres, poissons piscivores) et des saumons adultes (silure, phoque commun et gris, marsouin) voir tableau 3 p35/36.

Il est difficile de ne pas regretter la non-prise en compte de l'occupation des sols adjacente (land use) dont la présence de corridors ripariens et celle de zones-refuges comme les habitats type de frai. Il s'agit de facteurs de stress forts - bien qu'identifiés dans l'adaptation du schéma de Forseth *et al.* (2017) et définis comme stabilisés au même titre que la continuité et l'hydroélectricité. Il existe pourtant de nombreux dysfonctionnements qui, de toute évidence, apparaissent dans les propositions de mesures. Il est d'ailleurs mentionné les efforts de restauration des habitats de frai et de grossissement comme facteur de succès dans l'augmentation de la reproduction naturelle au Danemark (p. 27). Il existe aussi d'autres actions de restauration comme celles réalisées dans le Vieux Rhin (Rhin Supérieur), ayant un retour très favorable sur les habitats de frai. Ainsi, il y aurait une plus-value à ajouter des données existantes e.g. type d'occupation des sols de proximité, corridors ripariens pour l'ombrage, connexion/déconnexion avec les affluents, zones de refuges thermiques/hydrauliques, diversification des habitats, nombre d'actions de restauration). Il est à souligner que seul le trafic fluvial est pris en compte, or il y a aussi les infrastructures qui jouent un rôle dans la structuration des communautés piscicoles (Sexton *et al.*, 2024 ; Jeliaskov *et al.*, 2024).

Une approche plus scientifique (volet recherche) pourrait aider à hiérarchiser les facteurs de stress, voire attester par l'expérimentation et le suivi (i) l'effet de prédation (contenus stomacaux), (ii) l'impact des autres facteurs de stress (débit, température, connexion latérale, navigation, ripisylve...) ou (iii) le potentiel de certaines actions de restauration – car les données restent ponctuelles et non sectorisées par tronçon – ce qui limite l'analyse statistique. L'approche par tronçon proposée par Imares (2008) pourrait être une bonne porte d'entrée afin d'identifier à quels tronçons du Rhin peuvent être attribuées des pertes de saumons à la montaison et à la dévalaison et en quelles quantités. La mise en œuvre d'études ou de suivis devrait être envisagée par la CIPR par le biais d'appels à projets de recherche (APR) par exemple.

Conclusions

Chez le saumon, poisson à cycle de vie complexe, la migration est une période particulièrement critique parce qu'elle amène les poissons à traverser, de la rivière vers la mer (dévalaison de smolts) ou en sens inverse (montaison des adultes) au retour, des secteurs soumis à de nombreuses pressions à l'appellation, ici, de facteurs de stress. Le Rhin était un fleuve sauvage à la largeur du lit majeur de 2 à 3 km, aux habitats tant aquatiques que terrestres parmi les plus riches et diversifiés. Il était l'un des plus importants fleuves à saumon d'Europe. Il est aujourd'hui un fleuve aménagé aux nombreux obstacles (barrages et centrales hydroélectriques) qui ont restreint les migrations notamment des salmonidés et créé une homogénéisation des habitats – banalisation des milieux (Uehlinger *et al.*, 2008 ; Wantzen *et al.*, 2022). Il s'agit également d'un bassin très urbanisé, tri-frontière, soumis à des pollutions ponctuelles et chroniques. Différents programmes ont eu lieu depuis la création de la CIPR, avec différents partenaires dans les années 50, en vue d'améliorer la qualité de l'eau, les habitats sur certains tronçons. Malgré des objections sur la forme du document, qui aurait gagné à être mieux structuré, et sur le fond de l'analyse, en raison des limites relatives aux données, à leur choix, aux analyses menées, il est possible de partager une partie du diagnostic proposé, sous réserve des remarques, questions et réflexions de fond soulevées.

(1) sur l'ensemble des interprétations et conclusions proposées sur les facteurs de stress et leur hiérarchisation ; un petit « oui », mais certains compartiments auraient mérité soit des rappels, soit un traitement répondant à certaines de nos interrogations, quand sans même bien la connaître on fait

référence à l'histoire de ce fleuve. La qualité de l'eau est-elle bonne ? (Pas de paramètres physico-chimiques intégrés dans les facteurs de stress ?) Combien de zones d'habitats très favorables à une étape du cycle de vie ont-elles été améliorées (après programmes de restauration, etc.) ? Combien d'obstacles existe-t-il ? Plusieurs ont été cités avec quelques chiffres de traumas, mais il est difficile d'avoir une bonne vision d'ensemble...Quels sont ces obstacles, leur ampleur ? Quels sont ceux « inutiles », combien en existe-t-il ?

(2) sur les recommandations en vue de reconstituer une population naturelle de saumon atlantique dans le Rhin et la liste des actions prioritaires :

Ces propositions sont globalement satisfaisantes et relativement pragmatiques et conformes à celles proposées (mais très difficiles à mettre en œuvre pour des raisons de coûts mais aussi culturelles/économiques). Elles auraient pu être reformulées de manière plus globale, sans vouloir tout ramener au débit/profondeur même si c'est un enjeu qui ressort.

- Maintien et restauration d'habitat de qualité (refuges thermiques, zone de frayère) par alimentation phréatique, amélioration de la connectivité avec d'anciens bras mort et affluents, maintien d'une ripisylve avec essences indigènes
- Limiter les rejets industriels, les eaux de ruissellements pluviales de routes
- Démanteler les ouvrages « inutiles » (ex. : enrochement des rives, petites centrales électriques) et favoriser la transparence écologique et la reconnexion longitudinale et latérale
- Améliorer les dispositifs encore expérimentaux de montaison ou de dévalaison pour les smolts et adultes de retour, respectivement...
- Réduire l'impact et les traumas liés aux hélices de bateaux

Les auteurs semblent en avoir conscience et d'ailleurs reviennent dans leur conclusion à des solutions. On leur a demandé de hiérarchiser, mais ils ne semblent pas totalement convaincus sauf dans une vision parfois un peu manichéenne en ce qui concerne certaines espèces de prédateurs à réguler (silure). Cela interroge quant au titre « Evaluation de l'évolution des peuplements de saumons dans le bassin du Rhin » qui ne semble pas intégrer l'identification des facteurs de stress en tant que tels – il serait potentiellement préférable de réviser ce titre « *Synthèse 2000-2022. Évaluation des efforts de repeuplement et de la production de smolts* ». Il serait aussi important de préciser l'emprise géographique directement dans le titre qui n'intègre finalement que peu l'amont du bassin du Rhin et se focalise sur l'aval et l'estuaire (donc pas tout le bassin du Rhin).

Avis du CSRPN

Force est de constater que les propositions de mesures à prendre doivent être nuancées au regard des données d'entrée trop hétérogènes – notamment sur les opérations de gestion des populations d'espèces potentiellement menaçantes des saumoneaux (cormorans, harles bièvres, poissons piscivores) et respectivement des saumons adultes (silure, phoque commun et gris, marsouin). Il est clairement demandé que soit soumise au CSRPN toutes mesures envisagées de régulation de ces populations, dont plusieurs relèvent d'espèces protégées. Les rapporteurs soulignent, bien que leurs avis soient aussi mitigés que ceux des auteurs du rapport, un travail basé sur une collecte de données sans précédent qui mérite d'être soumise à la réflexion et à un cadre d'analyse scientifique plus poussé :

- pour alerter de la situation des populations de salmonidés dans le bassin du Rhin ;
- nourrir les propositions de mesures et politiques futures dans le cadre du projet Rhin 2040.

Avis défavorable au regard des questions posées par la DREAL

Fait le 5 février 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JF' with a flourish, and the initials 'SEL' written below it.

**Le président du CSRPN
Jean-François SILVAIN**